Ist nun:

z die Zahnzahl von Rad oder Trieb,
e die Eingriffsentfernung,
t die Teilung,
d_1 der Teilkreisdurchmesser,
d_2 der wirkliche (volle) Durchmesser,
s die Zahnstärke,
o die Spindelstärke,

$t = \frac{d_1 \cdot \pi}{z}$ die Formel zur Berechnung der Teilung aus dem Teilkreisdurchmesser,

$\left.\begin{array}{l} d_2 \text{ des Rades } = d_1 + t \\ d_2 \text{ des Triebes} = d_1 + (0{,}4 \cdot t) \end{array}\right\}$ bei treibendem Rade,

$\left.\begin{array}{l} d_2 \text{ des Rades } = d_1 + t \\ d_2 \text{ des Triebes} = d_1 + (0{,}6 \cdot t) \end{array}\right\}$ bei treibendem Triebe,

$\left.\begin{array}{l} d_2 \text{ des Rades } = \\ d_2 \text{ des Triebes} = \end{array}\right\}$ $d_1 + (0{,}6 \cdot t)$ bei zwei Rädern,

so kann man alle in der Fabrikation vorkommenden Eingriffsberechnungen ausführen. Ein Beispiel diene als Erläuterung.

Gegeben: $z = \frac{72}{10}$

$e = 19{,}926$ mm.

Zu berechnen:

d_2 von Rad und Trieb,
Spindelstärke,
Zahnstärke (ist gleich der Fräsenstärke, mit der das Rad geschnitten werden muss).

Berechnung: $\frac{72}{10} = 7{,}2.$

Die Zahnzahlen von Rad und Trieb verhalten sich wie 7.2 : 1 zueinander; in dem gleichen Verhältnisse müssen auch die Teilkreisdurchmesser stehen, und zwar muss die Eingriffsentfernung zu 7,2 Teilen von dem Rade, und zu 1 Teil von dem Triebe eingenommen sein. Diese Teilstrecken entsprechen sodann den Radien von Rad und Trieb, die verdoppelt die Teilkreisdurchmesser ergeben. Somit rechnen wir:

$$d_1 \text{ des Triebes} = \frac{19{,}926}{(7{,}2+1)} \cdot 2 = 4{,}86 \text{ mm},$$

$$d_1 \text{ des Rades} = \frac{19{,}926}{(7{,}2+1)} \cdot 7{,}2 \cdot 2 = 34{,}992 \text{ mm}.$$

Dann ist die Teilung t:

$$\text{des Triebes} = \frac{4{,}86 \cdot 3{,}14}{10} = 1{,}526 \text{ mm}$$

$$\text{und des Rades} = \frac{24{,}992 \cdot 3{,}14}{72} = 1{,}526 \text{ mm}.$$

Selbstverständlich muss diese Berechnung immer gleiche Teilungen von Rad und Trieb ergeben.

Die Verhältnisse in diesem Beispiele sind die gewöhnlichen, dass also das Rad das Trieb treibt. Dementsprechend werden die vollen Durchmesser berechnet zu:

d_2 des Triebes $= 4{,}86 + (0{,}4 \cdot 1{,}526 = 5{,}47$ mm,
d_2 des Rades $= 34{,}992 + 1{,}526 = 36{,}52$ mm.
Die Spindelstärke $= (0{,}4 \cdot 1{,}526) = 0{,}61$ mm,
und die Fräsenstärke $= \frac{t}{2} = \frac{1{,}526}{2} = 0{,}763$ mm.

Diese Rechnungsweise verbürgt gute Eingriffe, und ihre sinngemässe Anwendung auf ähnliche Fälle setzt auch den Reparateur instand, alle vorkommenden Berechnungen auszuführen. Für ganz besondere Fälle, in denen nicht von gegebener Zahnzahl und Eingriffsentfernung ausgegangen wird, bedient man sich einer besonderen Formel, mittels der man aus dem **vollen** Durchmesser die Teilung berechnet. Sie lautet:

$$t = \frac{d_2 \cdot \pi}{z + \pi} \text{ für das treibende Rad},$$

$$t = \frac{d_2 \cdot \pi}{z + (0{,}4 \cdot \pi)} \text{ für das getriebene Trieb},$$

$$t = \frac{d_2 \cdot \pi}{z + (0{,}6 \cdot \pi)} \text{ für das treibende Trieb und für zwei Räder}.$$

Mit der so berechneten Teilung rechnet man dann weiter, wie das vorstehende Beispiel zeigt.

Auf einen besonderen Vorteil zum genauen Setzen von Eingriffen auf Werkplatten sei hier noch besonders hingewiesen.

Die Methode, Rad und Trieb in den Eingriffszirkel zu stellen, den Eingriff möglichst gut einzustellen und die so, oder auch durch Messen über die inneren Spitzen, gefundene Entfernung nunmehr auf die Platten aufzutragen, ist falsch. Sie führt besonders bei grösseren Eingriffszirkeln zu mangelhaften Resultaten, denn wohl bei jedem grösseren Eingriffszirkel sind die Einsätze nicht genau parallel gelagert. Hat man daher innen gemessen oder eingestellt, so gibt es aussen an den Spitzen der Einsätze, mit denen ja der Bogen geschlagen wird, grössere oder kleinere Uebertragungsfehler.

Richtig, weil von der Güte des Eingriffszirkels unabhängig, ist nur folgende Arbeitsweise:

Die Eingriffsentfernung wird genau berechnet. Dann bestimmt man ein für allemal mit Hilfe eines genauen Mikrometers den Durchmesser zweier, immer zu diesem Zwecke zu verwendenden Einsätze, und zwar an **einem** der beiden Enden, nahe an der Spitze. Misst z. B. das eine Ende eines Einsatzes 4,47 und das korrespondierende des zweiten Einsatzes 4,41 mm im Durchmesser, so ist jeder beliebigen Eingriffsentfernung zuzuzählen:

$$\frac{4{,}47 + 4{,}41}{2} = 4{,}44 \text{ mm}.$$

Diesen Zahlenwert schreibt man sich auf und legt den Zettel in das Etui des Eingriffszirkels.

Soll nun ein Eingriff von beispielsweise 8,43 mm Entfernung gesetzt werden, so berechnet man die über den Enden der beiden Normaleinsätze zu messende Eingriffsentfernung zu:

$$8{,}43 + 4{,}44 = 12{,}87 \text{ mm}.$$

Hat man nun eine gute, durch Fall oder Stoss nicht verdorbene Schublehre, so stellt man auf ihr den Betrag von 12,87 mm ein, lässt die Normalspitzen in dem Eingriffszirkel nur kurz, aber gleich weit vorstehen und öffnet den Eingriffszirkel so weit, dass die Messbacken der Schublehre mit leichter Reibung über die Einsätze hinweggleiten. Damit ist der Zirkel **genau** eingestellt, und es erübrigt nur noch, eine der beiden Einsätze um so viel zu verstellen, dass der Zirkel wenn beide Spitzen auf der Platine stehen, mit letzterer einen rechten Winkel bildet.

Diese Uebertragungsmethode befriedigt auch den besten Arbeiter.[1]

F. Thiesen.

Vorschule der Trigonometrie.

Von **A. Vogler**, München.

(3. Fortsetzung.)

„Die 2. Fortsetzung unserer „Vorschule" schloss mit der Aufgabe: In einem rechtwinkeligen Dreieck misst $a = 5$ cm; $b = 12$ cm; $c = 13$ cm. Es wolle angegeben bzw. berechnet werden: Länge der Sinus-, Cosinus-, Tangenten-, Cotangentenlinie, der Hypotenuse; ferner sin, cos, tan und cot.

Lösung: Sinus-, Tangentenlinie $(a) = 5$ cm; **Cosinus-, Cotangentenlinie** $(b) = 12$ cm; **Hypotenuse** $(c) = 13$ cm.

$$\sin = \frac{a}{c} = \frac{5}{13} = 0{,}384\,615;$$

$$\cos = \frac{b}{c} = \frac{12}{13} = 0{,}923\,076;$$

$$\tan = \frac{a}{b} = \frac{5}{12} = 0{,}416\,666;$$

$$\cot = \frac{b}{a} = \frac{12}{5} = 2{,}4:$$

1